

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРЕНИЯ ПРИ ВОЛОЧЕНИИ КАТАНКИ

^aПлатов С.И., ^bНекит В.А., Огарков Н.Н., Ярославцев А.В., Керимова Л.Ф.
 ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им.
 Г.И. Носова», г. Магнитогорск, Россия
^apsipsi@mail.ru, ^bnekit.49@mail.ru

Параметры трения на поверхности контакта инструмента и заготовки были исследованы инженерным методом определения напряжений при волочении проволоки круглого поперечного сечения [1]. При изучении параметров трения при волочении проволоки было установлено частичное несоответствие полученных результатов и практических данных. Целью работы является исследование методов двумерного описания пластического течения металла при волочении проволоки, для изучения условий трения на контактной поверхности заготовки и инструмента. Условия трения между инструментом и заготовкой в процессе формирования металла имеют большое значение при теоретическом анализе параметров энергии и силы [4-15].

Обычно условия трения принимаются до начала исследования и напряжения. В расчетах использовали два способа учета контактного трения.

По первому способу - закону Кулона–Амонтона коэффициент контактного трения f определяется как отношение касательного напряжения трения τ_k к нормальному давлению σ_n со стороны инструмента на поверхность металла [2-3]

$$f = \frac{\tau_k}{\sigma_n}. \quad (1)$$

Во втором способе определения величины контактной силы трения используется коэффициент, называемый фактором трения f_s , который определяется как часть от максимального касательного напряжения k (предела текучести $2k$)

$$f_s = \frac{\tau_k}{2k}. \quad (2)$$

По теоретическим соображениям фактор трения не может быть больше 0,5, так как в противном случае деформируется поверхностный слой заготовки.

Инженерные методы исследования процессов обработки металлов давлением преимущественно применяют первый способ учета сил контактного трения [16-17]. При решении аналогичных задач методом характеристик проще задавать условия контактного трения с помощью фактора трения f_s . При этом коэффициент контактного трения Кулона –Амонтона f может быть определен после завершения решения задачи по выражению (1)

Методы исследований

Метод характеристик используется для решения задач двумерного пластического течения, в том числе для задачи волочения плоской полосы [1-2]. В работе использован частный случай, имеющий конечное решение. Это решение является границей перехода от одного вида полей характеристик к другому, его условно можно отнести к границе между высокими и низкими очагами пластической деформации.

Зависимости, определяющие параметры волочения, могут быть представлены в следующем виде.

Касательное напряжение на поверхности контакта [1-2]

$$\tau_k = k \cdot \sin 2\delta, \quad (3)$$

где δ - условный параметр [2].

Сила волочения T [2]

$$T=2L_{ab}(\sigma_n \sin \alpha + \tau_k \cos \alpha), \quad (4)$$

где L_{ab} – длина линии контакта,

α - полуугол волокна.

Напряжение волочения p [2]

$$p = 2kr \left[\alpha + \delta + \frac{\sin(\alpha + \delta)}{\sin \alpha} \cos \delta \right], \quad (5)$$

где r - относительное обжатие.

Соотношение между полууголом волокна α и относительным обжатием ε

$$\varepsilon = \frac{\sqrt{2} \sin \alpha}{\cos\left(\frac{\pi}{4} - \delta\right) + \sqrt{2} \sin \alpha}. \quad (6)$$

Расчеты и исследования проведены для случая волочения катанки из стали со следующими характеристиками:

-диаметр катанки – 5,5мм;

-полуугол волокна α - 6°.

Результаты исследований

Совместное решение уравнений (3-8) позволяет установить зависимость между фактором трения f_s и коэффициентом трения f , она представляет зависимость близкую к прямой, при этом коэффициент трения может принимать значения, большие 0,5 (рис.1).

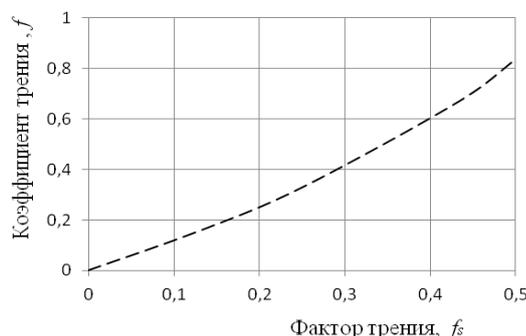


Рисунок 1 - Зависимость коэффициента трения и обжатия при волочении от фактора трения

В соответствии с полученным решением для низкого очага пластической деформации значения напряжения волочения, полученные расчетом по инженерному методу и расчетом по методу характеристик, отличаются незначительно.

Проведены исследования параметров волочения проволоки для высокого очага пластической деформации. Результаты исследования напряжений, полученных с помощью инженерного метода значительно ниже результатов напряжений с аналогичными исходными параметрами, полученными с помощью метода характеристик (Рис.2). Разница между результатами достигает 50%. Можно предположить, что в двумерном решении учитываются затраты энергии на вихревые потоки металла в очаге пластической деформации при волочении.

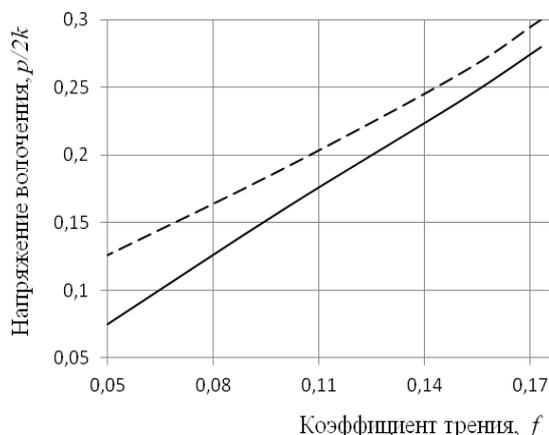


Рисунок 2 - Зависимость напряжения волочения от степени деформации для высокого очага пластической деформации (коэффициент трения на поверхности контакта $f=0,06$): ____ получено расчетом инженерным методом, _ _ расчет по методу характеристик

Заключение

Оценка напряжений волочения проволоки по инженерному методу показала, что применение метода плоских сечений в случае, когда относительная высоты очага пластической деформации 2 и более, дает большие ошибки из-за допущений и упрощений решения. Поэтому, рекомендуется при анализе процесса волочения проволоки в условиях высокого очага пластической деформации (для относительной высоты очага пластической деформации 2 и более) применять двумерные методы решения или другие, более точные методы оценки параметров волочения проволоки.

Большое практическое значение имеет взаимосвязь между фактором трения и коэффициентом трения, полученная в результате анализа результатов решения задачи по методу характеристик.

Список литературы:

1. Платов, С.И. Силы трения в процессе волочения катанки / С.И. Платов, В.А. Некит, Н.Н. Огарков // Перспективные материалы и технологии. Материалы международного симпозиума. В 2-х частях. Под редакцией В.В. Рубаника. - 2017. - С. 251-253.
2. Соколовский, В.В. Теория пластичности. – М: Высшая школа. – 1969. – 608 с.
3. Некит, В.А. Экспериментальное исследование опережения и отставания при прокатке / В.А. Некит, С.И. Платов, И.А. Курбаков, А.Д. Голев // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2015. - № 1. - С. 52-54.
4. Некит, В.А. Механическая модель процесса прокатки-волочения тонких полос // Моделирование и развитие процессов ОМД. - 2014. - С. 114-118.
5. Некит, В.А. О положении нейтрального сечения в очаге пластической деформации при прокатке полос // Моделирование и развитие процессов ОМД. - 2012. - С. 137-138.
6. Некит, В.А. Условия трения и упругого сжатия валков при холодной прокатке листов и полос // Моделирование и развитие процессов ОМД. - 2009. - С. 101-104.
7. Некит, В.А. Теоретическое обоснование условия захвата при установившемся процессе холодной листовой прокатки // Моделирование и развитие процессов ОМД. - 2013 - С.72-75.

8. Платов, С.И. Совершенствование технических параметров обработки гибким инструментом катанки и проволоки перед волочением // *Сталь*. – 2005. – № 5. – С. 84-86.

9. Платов, С.И. Волочение катанки и проволоки с регламентируемым микрорельефом поверхности / С.И. Платов, Д.В. Терентьев, С.А. Морозов // *Производство проката*. - 2002. - № 4. - С. 27-28.

10. Платов, С.И. Способы получения катанки с регламентированным микрорельефом поверхности и особенности ее волочения / С.И. Платов, С.А. Морозов, Д.В. Терентьев // *Фазовые и структурные превращения в сталях*. – Магнитогорск. - 2002. - С. 333-338.

11. Патент на полезную модель. Устройство для распыления жидкости // *RUS 110663 14.06.2011* / С.И. Платов, Р.Р. Дема, Д.А. Кувшинов.

12. Патент на изобретение. Способ подготовки поверхности заготовки для волочения // *RUS 2196652 27.06.2001* / С.И. Платов, Д.В. Терентьев В.Н., Урцев, С.А. Морозов.

13. Платов, С.И. Исследование микрорельефа поверхности катанки и проволоки после обработки / С.И. Платов, В.К. Белов, В.П. Анцупов, Д.В. Терентьев, А.В. Анцупов, А.В. Анцупов // *Вестник машиностроения*. - 2005. - №4. - С. 29-31.

14. Патент на изобретение. Способ формирования микрогеометрии поверхности катанки и мелкого сорта // *RUS 2196650 27.06.2001* / С.И. Платов, Д.В. Терентьев, В.Н. Урцев, С.А. Морозов, А.А. Макачук, В.С. Славин.

15. Огарков, Н.Н. Влияние параметров шероховатости на сцепление оболочки и сердечника при волочении биметаллической проволоки / Н.Н. Огарков, Е.С. Шеметова // *Современные методы конструирования и технологии металлургического машиностроения*. Под редакцией Н.Н. Огаркова. – Магнитогорск. - 2015. - С. 15-17.

16. Шеметова, Е.С. Оценка длины контакта криволинейной волоки с деформируемым материалом с учетом ее упругой деформации / Е.С. Шеметова, Н.Н. Огарков // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. - 2010. - №2. - С. 38-40.

17. Огарков, Н.Н. Оценка устойчивости пластической деформации оболочки при волочении биметаллической проволоки / Н.Н. Огарков, Е.С. Шеметова // *Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова*. - 2012. - №1. - С. 34-37.